

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   1 月 2 2 日  
Date of Application:

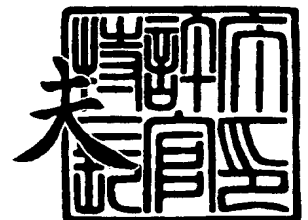
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 1 3 9 1 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 1 3 9 1 4 ]

出   願   人            T D K 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月   5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 99P04779

【提出日】 平成15年 1月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03H 1/04  
G03H 1/22

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケ  
イ株式会社内

【氏名】 塚越 拓哉

【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078031

【氏名又は名称】 大石 皓一

【選任した代理人】

【識別番号】 100115738

【氏名又は名称】 鷲頭 光宏

【選任した代理人】

【識別番号】 501481791

【氏名又は名称】 緒方 和文

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074148

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ホログラム記録方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

信号光と参照光を記録媒体に照射することによって光の位相情報として情報を記録するホログラム記録方法であって、

前記信号光及び前記参照光の光軸を含む前記記録媒体の記録面に垂直な入射平面と当該記録面との交線の方を  $x$  方向、前記入射平面に垂直な方向を  $y$  方向とする場合に、

第 1 の位相コードによって変調された前記参照光を用いて所定の記録位置に第 1 のホログラムを記録し、

前記第 1 のホログラムと一部が重なるように前記  $y$  方向にシフトされた記録位置に、前記第 1 の位相コードとパターンが異なる第 2 の位相コードによって変調された前記参照光を用いて第 2 のホログラムを記録することを特徴とするホログラム記録方法。

【請求項 2】

前記第 1 及び第 2 のホログラムと一部が重なるように前記  $y$  方向にシフトされた記録位置に、前記第 1 及び第 2 の位相コードとパターンが異なる第 3 の位相コードによって変調された前記参照光を用いて第 3 のホログラムを記録し、

前記第 3 の位相コードと前記第 2 の位相コードとの相関を、前記第 3 の位相コードと前記第 1 の位相コードとの相関よりも低くすること特徴とする請求項 1 に記載のホログラム記録方法。

【請求項 3】

前記第 1 のホログラムと一部が重なるように前記  $x$  方向にシフトされた記録位置に、前記第 1 の位相コードによって変調された前記参照光を用いて第 4 のホログラムを記録することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のホログラム記録方法。

【請求項 4】

信号光と参照光を記録媒体に照射することによって光の位相情報として情報を



記録するホログラム記録方法であって、

前記信号光及び前記参照光の光軸を含む前記記録媒体の記録面に垂直な入射平面と当該記録面との交線の方を  $x$  方向、前記入射平面に垂直な方向を  $y$  方向とする場合に、少なくとも前記  $y$  方向にホログラムをシフト多重記録するとともに、前記  $y$  方向のシフト多重記録に位相コード多重記録を併用することを特徴とするホログラム記録方法。

**【請求項 5】**

前記  $y$  方向にシフト多重記録される 2 つのホログラムの重なりが大きいほど前記位相コード多重記録において相関の低い位相コードを用いることを特徴とする請求項 4 に記載のホログラム記録方法。

**【請求項 6】**

前記  $y$  方向に隣接するホログラムに対して互いに直交する位相コードを用いることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載のホログラム記録方法。

**【請求項 7】**

前記  $x$  方向及び前記  $y$  方向の両方にホログラムをシフト多重記録することを特徴とする請求項 4 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のホログラム記録方法。

**【請求項 8】**

前記  $x$  方向に記録されるホログラムに同一の位相コードを用いることを特徴とする請求項 7 に記載のホログラム記録方法。

**【請求項 9】**


前記  $x$  方向に記録されるホログラムに複数の異なる位相コードを用いることを特徴とする請求項 7 に記載のホログラム記録方法。

**【請求項 10】**

前記記録媒体はディスクであり、前記  $x$  方向及び前記  $y$  方向をそれぞれ前記ディスクのトラック方向及び半径方向とする請求項 4 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のホログラム記録方法。

**【請求項 11】**

信号光と参照光を記録媒体に照射することによって光の位相情報として情報を記録するホログラム記録装置であって、



レーザ光源と、前記レーザ光源から照射された光ビームを分割するビームスプリッタと、前記分割された一方の光ビームを強度変調することにより情報を担持した信号光を生成する空間光変調器と、前記分割された他方の光ビームの位相を所定の位相コードで変調することによって参照光を生成する位相空間光変調器と、前記信号光及び前記参照光の記録媒体への照射位置を制御する制御手段を備え、

前記制御手段は、前記信号光及び前記参照光の光軸を含む前記記録媒体に垂直な入射平面と当該記録面との交線の方を  $x$  方向、前記入射平面に垂直な方向を  $y$  方向とする場合に、

少なくとも前記  $y$  方向にホログラムをシフト多重記録するとともに、前記  $y$  方向のシフト多重記録に位相コード多重記録を併用することを特徴とするホログラム記録装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、ホログラム記録方法及び装置に関し、より詳細には、信号光及び参照光の光軸に基づいて定義される  $y$  方向の選択性を向上させて記録密度の増大を図ることが可能なホログラム記録方法及び装置に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

記録媒体に記録する情報の高密度化を実現する方法の一つとしてホログラム記録方式が知られている。一般的なホログラム記録方式では、情報が二次元的に付加された信号光と参照光をホログラム記録媒体の内部で重ね合わせて、そのとき形成される干渉縞を書き込むことによって情報が記録される。こうして記録媒体に記録された情報は、参照光を照射することによって再生することができる。記録媒体に照射された参照光が干渉縞の格子により回折することで二次元情報が浮かび上がり情報が再生される。このような記録媒体においては、信号光に付加されたイメージ情報が参照光の入射で一度に再生されるため、高速再生を実現することが可能である。

**【0003】**

ホログラム記録方式では、通常、記録容量を高めるために、媒体の厚み方向も積極的に活用して、三次元的に干渉縞を記録することが行われている。記録媒体を厚くすることで回折効率を高めるとともに、多重記録を行って、記録容量の増大を図ることができる。多重記録の方式としては、角度多重記録、波長多重記録、シフト多重記録、位相コード多重記録、ペリストロフィック多重記録、空間多重記録など、種々の方式が知られている。

**【0004】**

シフト多重記録は、隣接するホログラムが部分的に重なり合うようにホログラムを多重記録する方式である。シフト多重では、信号光と参照光の光軸を含む平面（以下、入射平面という）と記録媒体の記録面とが交差する線（交線）の方向を  $x$  方向とし、この交線と直交する入射平面の法線の方向を  $y$  方向と定義した場合に、 $y$  方向のBragg選択性が低いため、 $y$  方向にシフト多重記録する場合に、その多重度を高めることが困難であった。なお、記録媒体に記録された情報を再生する際、所望の再生像（回折光）を得るために再生光パラメータ（再生光の入射角、照射位置、波長など）が満たすべき条件を「Bragg条件」といい、Bragg条件を満足する再生光パラメータの範囲が狭いときに、「Bragg選択性が高い」と表現され、逆のときに、「Bragg選択性が低い」と表現される。そのため、シフト多重と開口多重を併用する発明も知られている（特許文献1参照）。これは、参照光の光路に制限開口（アパーチャ）を設け、フーリエ空間でフィルタリングすることで、 $y$  方向の選択性を向上させ、二次元多重化を可能にするものである。

**【0005】**

【特許文献1】 特開平08-339157号公報

**【0006】**

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、ホログラムのシフト多重記録では  $y$  方向のBragg選択性が低いため、開口選択性をもたせて  $y$  方向の選択性を向上させている。しかし、この方法では参照光を整形することによって干渉領域を変形させているため、ホログ

ラム材料のダイナミックレンジを必要以上に消費してしまうという問題がある。そのため、他の方法によって y 方向の選択性の向上を図ることが望まれている。

【0007】

したがって、本発明の目的は、y 方向の選択性を向上させて記録密度の増大を図ることが可能なホログラム記録方法及び装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明のかかる目的は、信号光と参照光を記録媒体に照射することによって光の位相情報として情報を記録するホログラム記録方法であって、前記信号光及び前記参照光の光軸を含む前記記録媒体の記録面に垂直な入射平面と当該記録面との交線方向を x 方向、前記入射平面に垂直な方向を y 方向とする場合に、第 1 の位相コードによって変調された前記参照光を用いて所定の記録位置に第 1 のホログラムを記録し、前記第 1 のホログラムと一部が重なるように前記 y 方向にシフトされた記録位置に、前記第 1 の位相コードとパターンが異なる第 2 の位相コードによって変調された前記参照光を用いて第 2 のホログラムを記録することを特徴とするホログラム記録方法によって達成される。

【0009】

本発明によれば、y 方向の選択性を向上させることができる。したがって、y 方向への多重度を高めて記録密度を増大させることができる。

【0010】

本発明の好ましい実施の形態においては、前記第 1 及び第 2 のホログラムと一部が重なるように前記 y 方向にシフトされた記録位置に、前記第 1 及び第 2 の位相コードとパターンが異なる第 3 の位相コードによって変調された前記参照光を用いて第 3 のホログラムを記録し、前記第 3 の位相コードと前記第 2 の位相コードとの相関を、前記第 3 の位相コードと前記第 1 の位相コードとの相関よりも低くする。

【0011】

本発明の好ましい実施形態によれば、y 方向の選択性をさらに向上させることができる。



**【0012】**

本発明のさらに好ましい実施形態においては、前記第1のホログラムと一部が重なるように前記x方向にシフトされた記録位置に、前記第1の位相コードによって変調された前記参照光を用いて第4のホログラムを記録する。

**【0013】**

本発明のさらに好ましい実施形態によれば、x y 方向への多重度を高めて記録密度をさらに増大させることができる。

**【0014】**

本発明の前記目的はまた、信号光と参照光を記録媒体に照射することによって光の位相情報として情報を記録するホログラム記録方法であって、前記信号光及び前記参照光の光軸を含む前記記録媒体の記録面に垂直な入射平面と当該記録面との交線方向をx方向、前記入射平面に垂直な方向をy方向とする場合に、少なくとも前記y方向にホログラムをシフト多重記録するとともに、前記y方向のシフト多重記録に位相コード多重記録を併用することを特徴とするホログラム記録方法によっても達成される。

**【0015】**

本発明によれば、y方向のシフト多重記録に位相コード多重記録を併用することによって、y方向の選択性を向上させることができる。したがって、y方向への多重度を高めて記録密度を増大させることができる。

**【0016】**

本発明の好ましい実施の形態においては、前記y方向にシフト多重記録される2つのホログラムの重なりが大きいほど前記位相コード多重記録において相関の低い位相コードを用いる。

**【0017】**

本発明の好ましい実施形態によれば、y方向の選択性をさらに向上させることができる。

**【0018】**

本発明のさらに好ましい実施形態においては、前記y方向に隣接するホログラムに対して互いに直交する位相コードを用いる。

**【0019】**

本発明のさらに好ましい実施形態によれば、y方向の選択性をより一層向上させることができる。

**【0020】**

本発明のさらに好ましい実施形態においては、前記x方向及び前記y方向の両方にホログラムをシフト多重記録する。

**【0021】**

本発明のさらに好ましい実施形態によれば、x y方向への多重度を高めて記録密度をさらに増大させることができる。

**【0022】**

本発明のさらに好ましい実施形態においては、前記x方向に記録されるホログラムに同一の位相コードを用いる。

**【0023】**

本発明のさらに好ましい実施形態によれば、少ない位相コードで効率よく位相コードシフト多重記録の多重度を高めることができる。

**【0024】**

本発明のさらに好ましい実施形態においては、前記x方向に記録されるホログラムに複数の異なる位相コードを用いる。

**【0025】**

本発明のさらに好ましい実施形態によれば、x方向にも位相コード多重記録を実現することができる。

**【0026】**

本発明のさらに好ましい実施形態において、前記記録媒体はディスクであり、前記x方向及び前記y方向をそれぞれ前記ディスクのトラック方向及び半径方向とする。

**【0027】**

本発明のさらに好ましい実施形態によれば、ディスクの半径方向のシフト多重記録に位相コード多重記録を併用することによって、半径方向の選択性を向上させることができる。したがって、半径方向への多重度を高めて記録密度を増大さ

せることができる。

#### 【0028】

本発明の前記目的はまた、信号光と参照光を記録媒体に照射することによって光の位相情報として情報を記録するホログラム記録装置であって、レーザ光源と、前記レーザ光源から照射された光ビームを分割するビームスプリッタと、前記分割された一方の光ビームを強度変調することにより情報を担持した信号光を生成する空間光変調器と、前記分割された他方の光ビームの位相を所定の位相コードで変調することによって参照光を生成する位相空間光変調器と、前記信号光及び前記参照光の記録媒体への照射位置を制御する制御手段を備え、前記制御手段は、前記信号光及び前記参照光の光軸を含む前記記録媒体に垂直な入射平面と当該記録面との交線の方を x 方向、前記入射平面に垂直な方向を y 方向とする場合に、少なくとも前記 y 方向にホログラムをシフト多重記録するとともに、前記 y 方向のシフト多重記録に位相コード多重記録を併用することを特徴とするホログラム記録装置によっても達成される。

#### 【0029】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施形態について詳細に説明する。

#### 【0030】

図1は、本発明にかかるホログラム記録方法の原理を概略的に示す模式図である。

#### 【0031】

図1に示されるように、このホログラム記録方法では、図示のホログラム記録装置100を用いて記録媒体190にホログラムを記録する。ホログラム記録装置100は、少なくとも、記録媒体190に照射するための光ビームを生成する光ピックアップ110を備えている。

#### 【0032】

光学ピックアップ110は、記録用又は再生用のレーザ光源111と、レーザ光源111からの光ビーム119のビーム径を拡大するビームエキスパンダ11

2と、ビーム径が拡大された光ビーム119を二分割するビームスプリッタ113と、分割された一方の光ビーム119aの光強度を空間的に変調して、情報を担持した信号光を生成する空間光変調器(SLM)114と、分割された他方の光ビーム119bの光路を変更させるミラー115と、ミラー115で反射した光ビーム119bの位相を空間的に変調する位相空間光変調器(位相SLM)116と、フーリエ変換レンズ117、118を備えている。

#### 【0033】

レーザ光源111としては例えば固体レーザが用いられ、コヒーレントな直線偏光の光ビームが出射される。レーザ光源111から出射した光ビーム119は、ビームエキスパンダ112でビーム径が拡大されかつ平行光にされた後、ビームスプリッタ113に入射する。

#### 【0034】

ビームスプリッタ113によって分割された一方の光ビーム119aは、空間光変調器114に入射する。空間光変調器114は格子状に配列された多数の画素を有し、画素ごとに光の透過状態と遮断状態とを選択することによって光強度を空間的に変調する。空間光変調器114としては、例えば液晶素子を用いることができる。

#### 【0035】

また、ビームスプリッタ113によって分割された他方の光ビーム119bは、ミラー115を介して位相空間光変調器116に入射する。位相空間光変調器116も格子状に配列された多数の画素を有し、出射光の位相を画素ごとに選択することによって光の位相を空間的に変調する。例えば、所定の位相を基準として位相差0(rad)又は $\pi$ (rad)を画素ごとに選択する。そのため、位相空間光変調器116には、そのような変調の際に用いる複数の変調パターンの情報(位相コード)が所定の条件に従って供給される。位相空間光変調器116としては、例えば液晶素子を用いることができる。

#### 【0036】

変調後の光ビーム119a及び光ビーム119bは、信号光及び参照光として、それぞれフーリエ変換レンズ117、118を介して別方向から記録媒体上の

同一位置に同時に照射される。このように信号光及び参照光を重ねて照射した結果、スポット位置には干渉縞が形成され、情報を担持したホログラム 199 が記録される。

#### 【0037】

記録媒体 190 上に照射される信号光及び参照光の光路は、これらの光軸が記録媒体 190 の記録面に対して直角な「入射平面」内に含まれ、しかも記録面に対してそれぞれの入射角がともに等しくなるように設定されている。ここで、入射平面と記録媒体の記録面との交線の方を  $x$  方向、この交線と直交する入射平面の法線の方を  $y$  方向とすると、図示のように、記録媒体 190 上へのホログラム 199 の記録は  $y$  方向に順次行われる。

#### 【0038】

記録媒体 190 に対する光ピックアップ 110 の相対的な位置を  $y$  方向に移動させることによって、信号光及び参照光の照射は  $y$  方向に順次行われ、ホログラムの記録位置は  $y$  方向に進行していく。このとき、 $y$  方向への記録にはシフト多重記録が行われ、少なくとも隣接するホログラムの一部が互いに重なるように次の記録位置へのシフト量が小さく設定される。

#### 【0039】

さらに、位相コード多重記録も併用され、 $y$  方向への Bragg 選択性が低いシフト多重記録の欠点が補償される。ホログラムを位相コード多重記録する際に用いる位相コードとしては、ホログラムどうしの重なりが大きければ大きいほど相関の低いものが用いられ、好ましくは、互いに直交するパターンの位相コードが用いられる。

#### 【0040】

例えば図示のように、隣接するホログラムどうしのみが重なり合う多重度 “2” のシフト多重記録を行う場合には、第 1 の位相コード  $C_1$  を使用して最初のホログラム  $H_1$  を記録した後、信号光及び参照光の照射位置を  $y$  方向にシフトし、ホログラム  $H_1$  の一部と重なる位置に第 2 の位相コード  $C_2$  を使用して次のホログラムを記録する。このとき、第 2 の位相コード  $C_2$  には、第 1 の位相コード  $C_1$  と直交するパターンのものが用いられる。ホログラム  $H_2$  を記録した後、信号

光及び参照光の照射位置をさらに y 方向にシフトし、ホログラム H 2 の一部と重なる位置に再び第 1 の位相コード C 1 を使用してホログラム H 3 を記録する。このようにすれば、y 方向の Bragg 選択性が低いシフト多重記録の欠点が補償され、y 方向の記録密度を向上させることができる。

#### 【0041】

なお、位相コード C 1 及び C 2 を交互に使用しなくてもよく、例えば、3 つの位相コード C 1、C 2 及び C 3 を順番に繰り返して使用してもよい。さらに、y 方向のシフト量をさらに少なくし、次隣接のホログラムまで重なり合う多重度 “3” の場合には、それぞれに異なる位相コードを付与する。その際、重なり合いの度合いが大きいほど相関の小さい位相コードを用いることが好ましい。例えば、位相コード C 1 と C 2、位相コード C 2 と C 3、位相コード C 3 と C 1 がそれぞれ直交関係にある 3 つの位相コード C 1、C 2 及び C 3 を順番に繰り返して使用する。

#### 【0042】

図 2 (a) 乃至 (c) は、ホログラムの記録位置と位相コードとの関係を説明する模式図であって、(a) は多重度 “2” で、(b) は多重度 “3” で、(c) は多重度 “4” でそれぞれ y 方向にシフト多重記録される場合を示している。

#### 【0043】

図 2 (a) に示されるように、ホログラムが y 方向に多重度 “2” でシフト多重記録される場合には、中央のホログラム H 0 の両側に隣接するホログラム H 1 に用いる位相コードとして、ホログラム H 0 の位相コードとはパターンの異なる位相コードを用いる。好ましくは、ホログラム H 0 の位相コードと直交するパターンの位相コードを用いる。

#### 【0044】

また図 2 (b) に示されるように、ホログラムが y 方向に多重度 “3” でシフト多重記録される場合には、中央のホログラム H 0 の両側に隣接するホログラム H 1 に用いる位相コードとして、ホログラム H 0 の位相コードとはパターンの異なる位相コードを用いる。好ましくは、ホログラム H 0 の位相コードと直交するパターンの位相コードを用いる。また、好ましくは、ホログラム H 0 とホログラ

ムH1を介して重なり合う、ホログラムH0と次隣接のホログラムH2にも、ホログラムH0の位相コードとはパターンの異なる位相コードを用いる。より好ましくは、ホログラムの重なりが大きいほど相関度の低い位相コードを設定する。すなわち、ホログラムH0の位相コードに対するホログラムH1及びH2それぞれの位相コードの相関度が、 $H1 < H2$ となるように設定する。

#### 【0045】

また図2(c)に示されるように、ホログラムがy方向に多重度“4”でシフト多重記録される場合には、中央のホログラムH0の両側に隣接するホログラムH1に用いる位相コードとして、ホログラムH0の位相コードとはパターンの異なる位相コードを用いる。好ましくは、ホログラムH0の位相コードと直交するパターンの位相コードを用いる。また、好ましくは、ホログラムH0とホログラムH1を介して重なり合う、ホログラムH0と次隣接のホログラムH2にも、ホログラムH0の位相コードとはパターンの異なる位相コードを用いる。より好ましくは、ホログラムH0とホログラムH1及びH2を介して重なり合うホログラムH3にも、ホログラムH0の位相コードとはパターンの異なる位相コードを用いる。さらに好ましくは、ホログラムの重なりが大きいほど相関度の低い位相コードを設定する。すなわち、ホログラムH0の位相コードに対するホログラムH1、H2及びH3それぞれの位相コードの相関度が、 $H1 < H2 < H3$ となるように設定する。

#### 【0046】

図3は、上述した多重記録を行う手順を示すフローチャートである。

#### 【0047】

図3に示されるように、まず初期設定において、最初の記録位置や位相コードの最初のパターンを選択した後(S301)、この位相コードを用いて所定の記録位置にホログラムを記録する(S302)。次いで、記録終了でなければ(S303N)、記録位置をy方向にシフトし(S304)、位相コードを次のパターンに変更した後(S305)、この位相コードを用いて次のホログラムをシフト多重記録する(S302)。以上の繰り返しにより、第1のパターンから第nのパターンまでの位相コードが順番に繰り返し使用されて、ホログラムがy方向

に順次記録される（S302～S305）。上述したように、位相コードのパターンの変更は、シフト多重記録の多重度などの条件に基づき設定されるが、位相パターンは毎回変更されるので、少なくとも隣接するホログラムどうしで同じパターンの位相コードが使用されることはない。そして、ホログラムの記録は、記録すべき情報がなくなった時点で終了する（S303Y）。

#### 【0048】

以上説明したように、本実施形態によれば、y方向のシフト多重記録に位相コード多重記録を併用することによって、y方向の選択性を向上させることができる。したがって、y方向への多重度を高めて記録密度を増大させることができる。

#### 【0049】

図4は、本発明の好ましい実施形態にかかるホログラム記録方法を概略的に示す模式図である。なお、図1と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

#### 【0050】

図4に示されるように、このホログラム記録方法では、ディスク状の記録媒体（以下、ディスクという）490が用いられる。そのため、ホログラム記録装置400は、ディスク490上に照射するための光ビームを生成する光ピックアップ110と、光ピックアップ110のフォーカス及びトラッキングを制御するフォーカス・トラッキングサーボ機構420と、光ピックアップ110からの信号を処理する信号処理部430と、ディスク490の回転を制御するスピンドルサーボ機構440と、各部を制御するコントローラ450を備えている。

#### 【0051】

光ピックアップ110は、ディスク490のトラック方向がx方向、半径方向がy方向となるように配置される。そして、スピンドルサーボ機構440の駆動によってディスク490が回転し、光ピックアップ110がフォーカス・トラッキングサーボ機構420によって半径方向（y方向）に駆動されることにより、ホログラムはトラック方向（x方向）に順次記録され、最終的には内周から外周、あるいは外周から内周へ螺旋状に記録される。このとき、少なくともトラック



方向に隣接するホログラムどうしが一部重ね合わされることで、トラック方向のシフト多重記録が実現されるとともに、トラックピッチが狭く設定され、少なくとも隣接トラック間に記録されるホログラムどうしも一部重ね合わされることで、半径方向（y 方向）のシフト多重記録も実現される。なお、トラックピッチをさらに狭く設定すれば、隣接トラックのみならず次隣接トラック以降のトラックに記録されるホログラムとの間でシフト多重記録を実現することができ、多重度の設定は自由である。

#### 【0052】

このように、トラック方向及び半径方向にホログラムがシフト多重記録されるとともに、半径方向にはシフト多重記録と位相コード多重記録が併用される。すなわち、同一トラック内では同一パターンの位相コードを用いてトラック方向に位相コード多重記録し、次のトラックでは、前のトラックで用いたパターンとは異なるパターンの位相コードを用いて位相コード多重記録することによって、半径方向に重なり合うホログラムの記録に用いる位相コードのパターンを異ならせる。位相コードとしては、ホログラムどうしの重なりが大きければ大きいほど相関の低いものが用いられ、好ましくは、互いに直交する位相コードが用いられる。

#### 【0053】

図5は、ディスクに記録されるホログラムの配列を示す略平面図である。

#### 【0054】

図5に示されるように、例えばトラック方向に多重度“3”、半径方向に多重度“2”のシフト多重記録を行う場合には、第1の位相コードC1を使用して最初のトラックT1にホログラムを順次シフト多重記録した後、信号光及び参照光の照射位置を半径方向（y 方向）にシフトし、次のトラックT2に第2の位相コードC2を使用してホログラムを順次記録する。このとき、第2の位相コードC2には、第1の位相コードC1と直交するパターンのものが用いられる。トラックT2にホログラムを記録した後、信号光及び参照光の照射位置をさらに y 方向にシフトし、次のトラックT3に再び第1の位相コードC1を使用してホログラムを記録する。このようにすれば、半径方向のBragg選択性が低いシフト多重記

録の欠点が補償され、半径方向の記録密度を向上させることができる。

#### 【0055】

なお、トラック方向の多重記録でも位相コードを付与したホログラムを記録しているが、同一パターンの位相コードが用いられるため実質的に位相コード多重記録として機能しておらず、シフト多重記録のみが実現されている。Bragg選択性が高いトラック方向の多重記録では、このようなシフト多重記録のみで記録密度を向上させることができる。一方、Bragg選択性が低い半径方向の多重記録では、トラック間で位相コードのパターンを異ならせることによってシフト多重記録と位相コード多重記録が併用されるので、選択性の向上によりシフト多重記録の多重度を高めることができる。

#### 【0056】

図6は、ホログラムの記録に使用される位相コードのディスク上の分布の一例を示す模式図である。

#### 【0057】

図6に示されるように、ディスク490には内周から外周へ向けて螺旋状にホログラムが記録されるが、最内周の第1トラックでは位相コードC1で情報を記録し、第2トラックでは位相コードC1と直交関係にある別の位相コードC2に変更して情報を記録し、第3トラックでは再び位相コードC1を使用してホログラムを記録する。その後のトラックでも、位相コードC1及びC2を交互に繰り返し用いてホログラムを記録する。このようにすれば、半径方向に重なり合うホログラムどうしで同一の位相コードが使用されることはない。したがって、Bragg選択性が低い半径方向のシフト多重記録の多重度を高めることができるため、トラックピッチを狭くして記録密度の向上を図ることができる。

#### 【0058】

図7は、位相コード分布の他の例を示す模式図である。

#### 【0059】

図7に示されるように、ディスク490には内周から外周へ向けて螺旋状にホログラムが記録されるが、最内周の第1トラックでは位相コードC1を使用して情報を記録し、第2トラックでは位相コードC1と直交関係にある別の位相コー

ドC 2を使用して情報を記録し、第3トラックでは位相コードC 1、C 2の両方と直交関係にあるさらに別の位相コードC 3を使用してホログラムを記録する。その後のトラックでも、位相コードC 1～C 3を繰り返し用いてホログラムを記録する。このようにしても、半径方向に重なり合うホログラムどうしで同一の位相コードが使用されることはない。したがって、Bragg選択性が低い半径方向のシフト多重記録の多重度を高めることができ、トラックピッチを狭くして記録密度の向上を図ることができる。

#### 【0060】

図8は、位相コード分布のさらに他の例を示す模式図である。

#### 【0061】

図8に示されるように、ディスク490には内周から外周へ向けて螺旋状にホログラムが記録されるが、この例では、同一トラック内で複数パターンの位相コードを使用している。すなわち、第1トラックでは位相コードC 1～C 3を使用して情報を記録し、第2トラックでは別の位相コードC 4～C 6を使用して情報を記録し、第3トラックではさらに別の位相コードC 7～C 9を使用してホログラムを記録する。その後のトラックでも、以上の繰り返しによってホログラムが多重記録される。このようにしても、半径方向に重なり合うホログラムどうしで同一の位相コードが使用されることはない。したがって、Bragg選択性が低い半径方向のシフト多重記録の多重度を高めることができ、トラックピッチを狭くして記録密度の向上を図ることができる。

#### 【0062】

さらに、トラック毎に位相コードを変更する方法のほかに、所定数量のホログラムを記録する度に、あるいはホログラムを所定回数記録する度に位相コードを変更しても構わない。

#### 【0063】

図9は、位相コード分布のさらに他の例を示す模式図である。

#### 【0064】

図9に示されるように、ディスク490上には内周から外周へ向けて螺旋状にホログラムが記録され、所定の多重度でシフト多重記録した場合に、例えば最外

周の第  $n$  トラック目に記録可能なホログラムの記録数量が、最内周の第 1 トラックに記録可能なホログラムの記録数量の 5 倍であるディスクに対し、10 パターンの位相コード  $C_1 \sim C_{10}$  を使用してホログラムを多重記録する。また最内周の第 1 トラックの最大記録数量 ( $k$  個) を位相コードの切り替えの区切りとし、 $k$  個のホログラムが記録される毎に順番に切り替えて使用される。

#### 【0065】

したがって、第 1 トラックでは位相コード  $C_1$  を用いてホログラムを多重記録し、第 2 トラックでは位相コード  $C_2$  を用いてホログラムを多重記録する。続けて、第 2 トラックの終わってから第 3 トラックにかけて位相コード  $C_3$  を用いてホログラムを多重記録し、第 3 トラックの終わってから第 4 トラックにかけて位相コード  $C_4$  を用いてホログラムを多重記録する。さらに続けてホログラムを順次記録していき、第  $(n-1)$  トラックに例えば位相コード  $C_1 \sim C_5$  を用いてホログラムを記録すると、第  $n$  トラックには位相コード  $C_6 \sim C_{10}$  を用いてホログラムが記録される。このようにしても、半径方向に重なり合うホログラムどうしで同一の位相コードが使用されることはない。したがって、Bragg 選択性が低い半径方向のシフト多重記録の多重度を高めることができ、トラックピッチを狭くして記録密度の向上を図ることができる。

#### 【0066】

以上のように、所定数量のホログラムを記録する毎に位相コードを切り替える方式であっても、直交関係にある複数の位相コードを繰り返し用いてホログラムを順次記録した場合には、Bragg 選択性が低い半径方向のシフト多重記録の多重度を高めることができるため、トラックピッチを狭くして記録密度の向上を図ることができる。

#### 【0067】

図 10 は、上述したディスクに多重記録を行う手順を示すフローチャートである。

#### 【0068】

図 10 に示されるように、まず初期設定において、最初の記録位置や位相コードのパターンを選択した後 ( $S901$ )、この位相コードを用いて所定の記録位

置にホログラムを記録する (S902)。次いで、記録終了でなければ (S903N)、記録位置をトラック方向にシフトし (S904N、S905)、直前のホログラムと同一パターンの位相コードを用いて次のホログラムをシフト多重記録する (S902)。以上の繰り返しにより、ホログラムをトラック方向に順次記録した後 (S902～S905)、位相コードを変更すべき所定のタイミングで位相コードを次のパターンに変更する (S904Y、S906)。所定のタイミングとしては、上述したように、ホログラムが所定数量記録された時点、ホログラムが所定回数記録された時点、あるいは1トラックにホログラムが記録された時点である。このように、複数パターンの位相コードを順番に繰り返し使用してホログラムを記録し、記録すべき情報がなくなった時点でホログラムの記録は終了する (S903N)。

#### 【0069】

以上説明したように、本実施形態によれば、ディスクの半径方向 (y 方向) へのシフト多重記録に位相コード多重記録を併用することによって、半径方向の選択性を向上させることができる。したがって、トラックピッチを狭くすることによって半径方向への多重度を高めて、記録密度を増大させることができる。

#### 【0070】

図11は、本発明の他の好ましい実施形態にかかるホログラム記録方法を概略的に示す模式図である。なお、図1と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

#### 【0071】

図11に示されるように、このホログラム記録方法では、カード型の記録媒体990が用いられる。そのため、ホログラム記録装置900は、光ピックアップ110と、フォーカス・トラッキングサーボ機構320と、信号処理部330と、コントローラ350を備えている。

#### 【0072】

光ピックアップ110は、カード型記録媒体990の長手方向であるトラック方向がx方向、これと直交する幅方向がy方向となるように配置される。そして、光ピックアップ110がフォーカス・トラッキングサーボ機構320によって

x y 方向に駆動されることにより、ホログラムも x y 方向に二次元的に記録される。このとき、少なくともトラック方向に隣接するホログラムどうしが一部重ね合わされることで、トラック方向（x 方向）のシフト多重記録が実現されるとともに、少なくとも幅方向（y 方向）に隣接するホログラムどうしも一部重ね合わされることで、幅方向のシフト多重記録も実現される。なお、上述したように多重度の設定は自由である。

#### 【0073】

このように、トラック方向及び幅方向にホログラムがシフト多重記録されるとともに、幅方向にはシフト多重記録と位相コード多重記録が併用される。すなわち、トラック方向には同一パターンの位相コードを用いてホログラムを位相コード多重記録し、次のトラックでは、前のトラックで用いたパターンとは異なるパターンの位相コードを用いてホログラムを位相コード多重記録することによって、幅方向に重なり合うホログラムの記録に用いる位相コードのパターンを異ならせる。位相コードとしては、ホログラムどうしの重なりが大きければ大きいほど相関の低いものが用いられ、好ましくは、互いに直交する位相コードが用いられる。

#### 【0074】

以上説明したように、本実施形態によれば、カード型記録媒体の幅方向（y 方向）へのシフト多重記録に位相コード多重記録を併用することによって、幅方向の選択性を向上させることができる。したがって、幅方向への多重度が高まり、記録密度を増大させることができる。

#### 【0075】

本発明は、以上の実施形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更を加えることが可能であり、これらも本発明の範囲に包含されるものであることは言うまでもない。

#### 【0076】

例えば、前記実施形態においては、記録媒体としてディスク状やカード型の記録媒体を例に説明したが、これらに限定されるものではなく、記録媒体の形状は自由に選択することができる。

**【0077】****【発明の効果】**

以上説明したように、本発明によれば、y方向の選択性を向上させて記録密度の増大を図ることが可能なホログラム記録方法及び装置を提供することができる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

図1は、本発明にかかるホログラム記録方法の原理を概略的に示す模式図である。

**【図2】**

図2（a）乃至（c）は、ホログラムの記録位置と位相コードとの関係を説明する模式図であって、（a）は多重度“2”で、（b）は多重度“3”で、（c）は多重度“4”でそれぞれy方向にシフト多重記録される場合を示している。

**【図3】**

図3は、上述した多重記録を行う手順を示すフローチャートである。

**【図4】**

図4は、本発明の好ましい実施形態にかかるホログラム記録方法を概略的に示す模式図である。

**【図5】**

図5は、ディスクに記録されるホログラムの配列を示す略平面図である。

**【図6】**

図6は、ホログラムの記録に使用される位相コードのディスク上の分布の一例を示す模式図である。

**【図7】**

図7は、位相コード分布の他の例を示す模式図である。

**【図8】**

図8は、位相コード分布のさらに他の例を示す模式図である。

**【図9】**

図9は、位相コード分布のさらに他の例を示す模式図である。

**【図 10】**

図 10 は、上述したディスクに多重記録を行う手順を示すフローチャートである。

**【図 11】**

図 11 は、本発明の他の好ましい実施形態にかかるホログラム記録方法を概略的に示す模式図である。

**【符号の説明】**

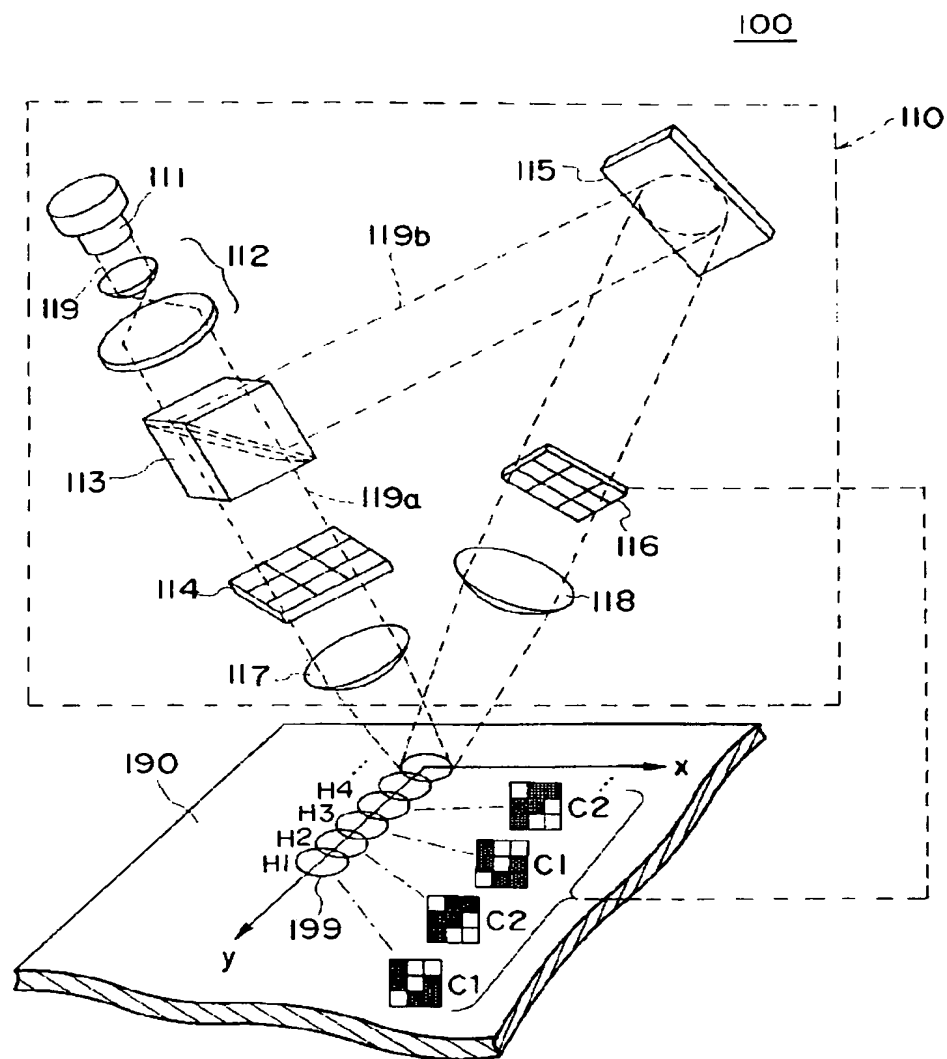
- 100   ホログラム記録装置
- 110   光ピックアップ
- 111   レーザ光源
- 112   ビームエキスパンダ
- 113   ビームスプリッタ
- 114   空間光変調器（SLM）
- 115   ミラー
- 116   位相空間光変調器（位相SLM）
- 117, 118   フーリエ変換レンズ
- 119   光ビーム
- 119a, 119b   分割された光ビーム
- 190   記録媒体
- 199   ホログラム
- 420   フォーカス・トラッキングサーボ機構
- 430   信号処理部
- 440   スピンドルサーボ機構
- 450   コントローラ
- 490   ディスク
- 900   ホログラム記録装置
- 990   カード型の記録媒体



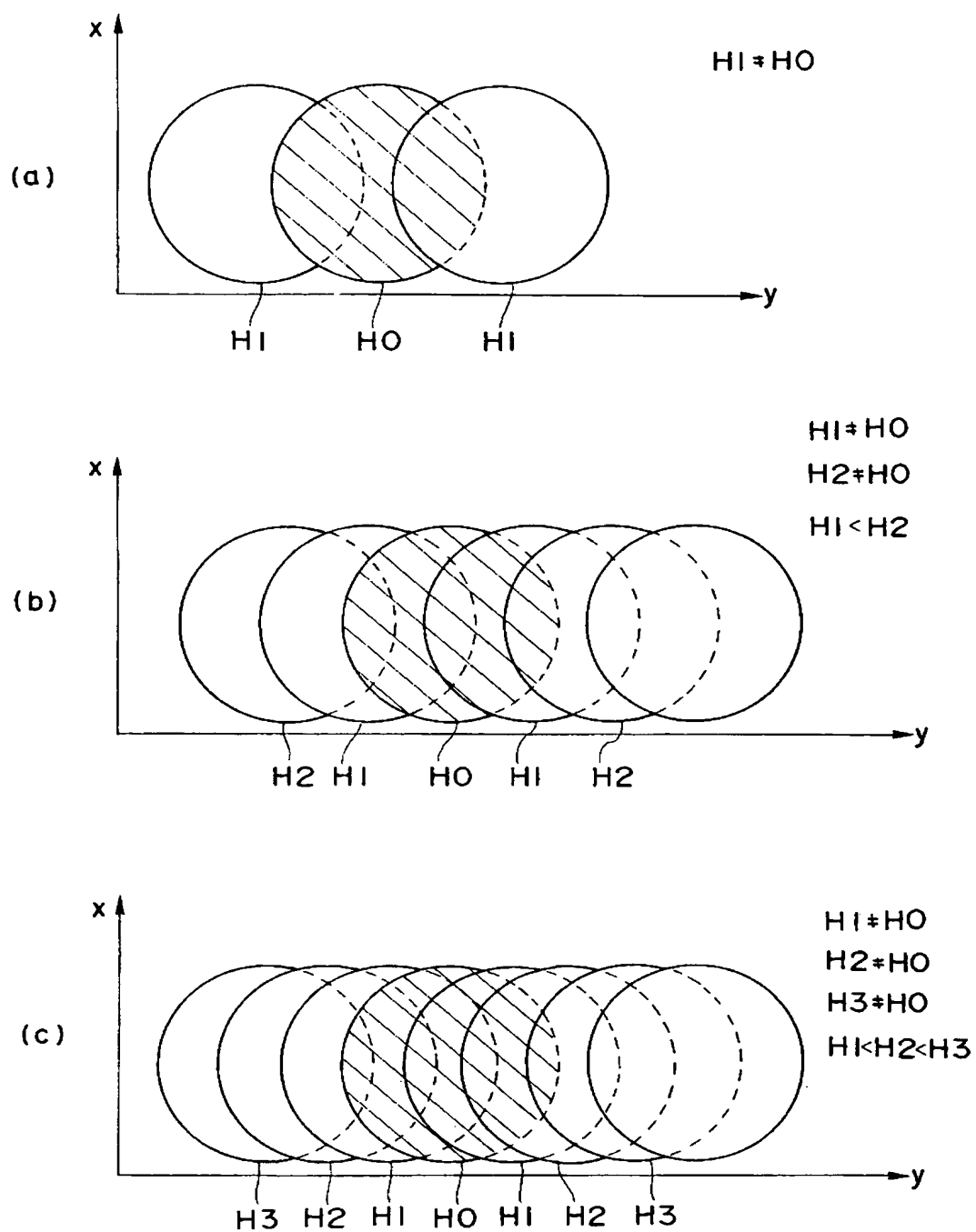
【書類名】

図面

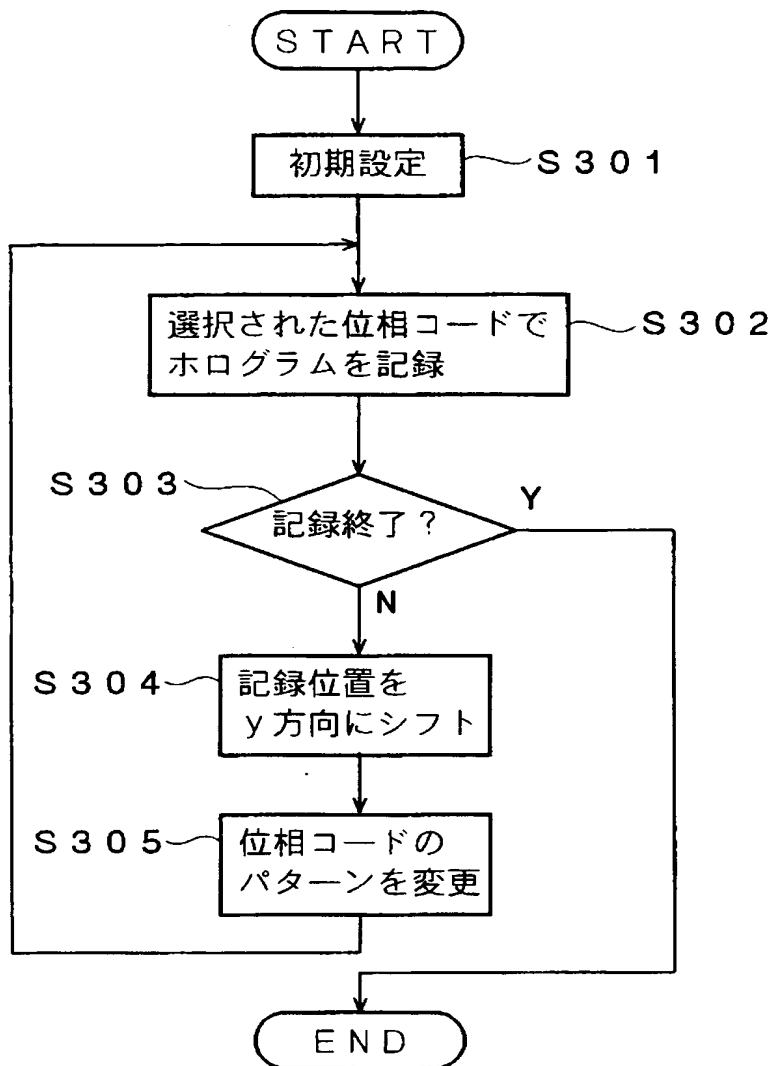
【図 1】



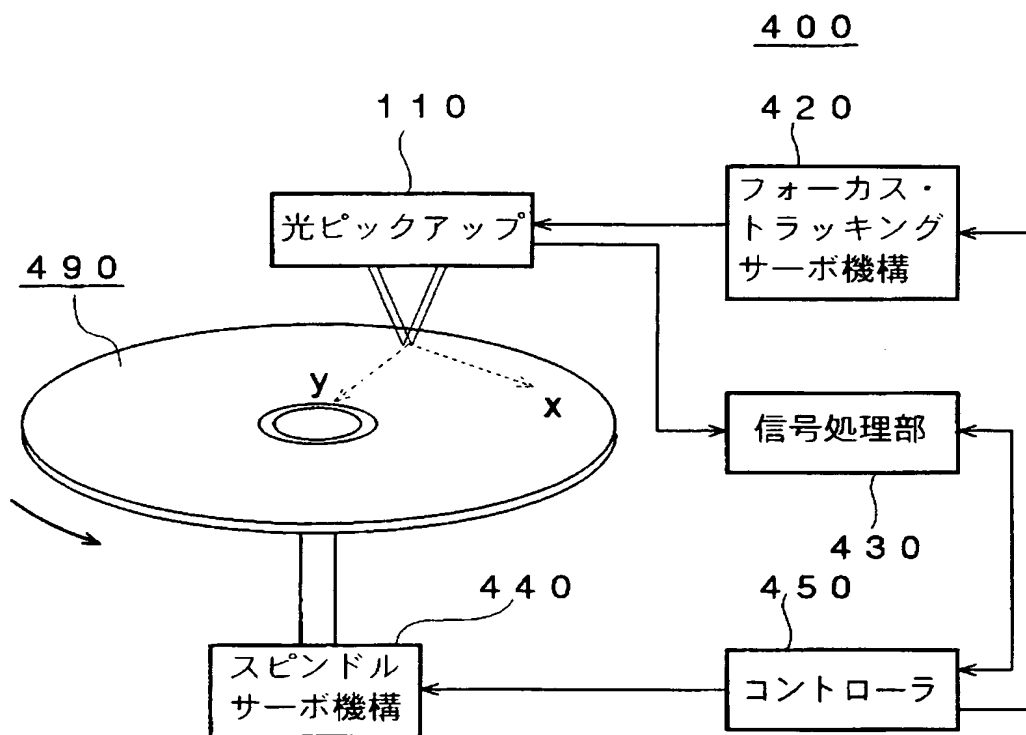
【図 2】



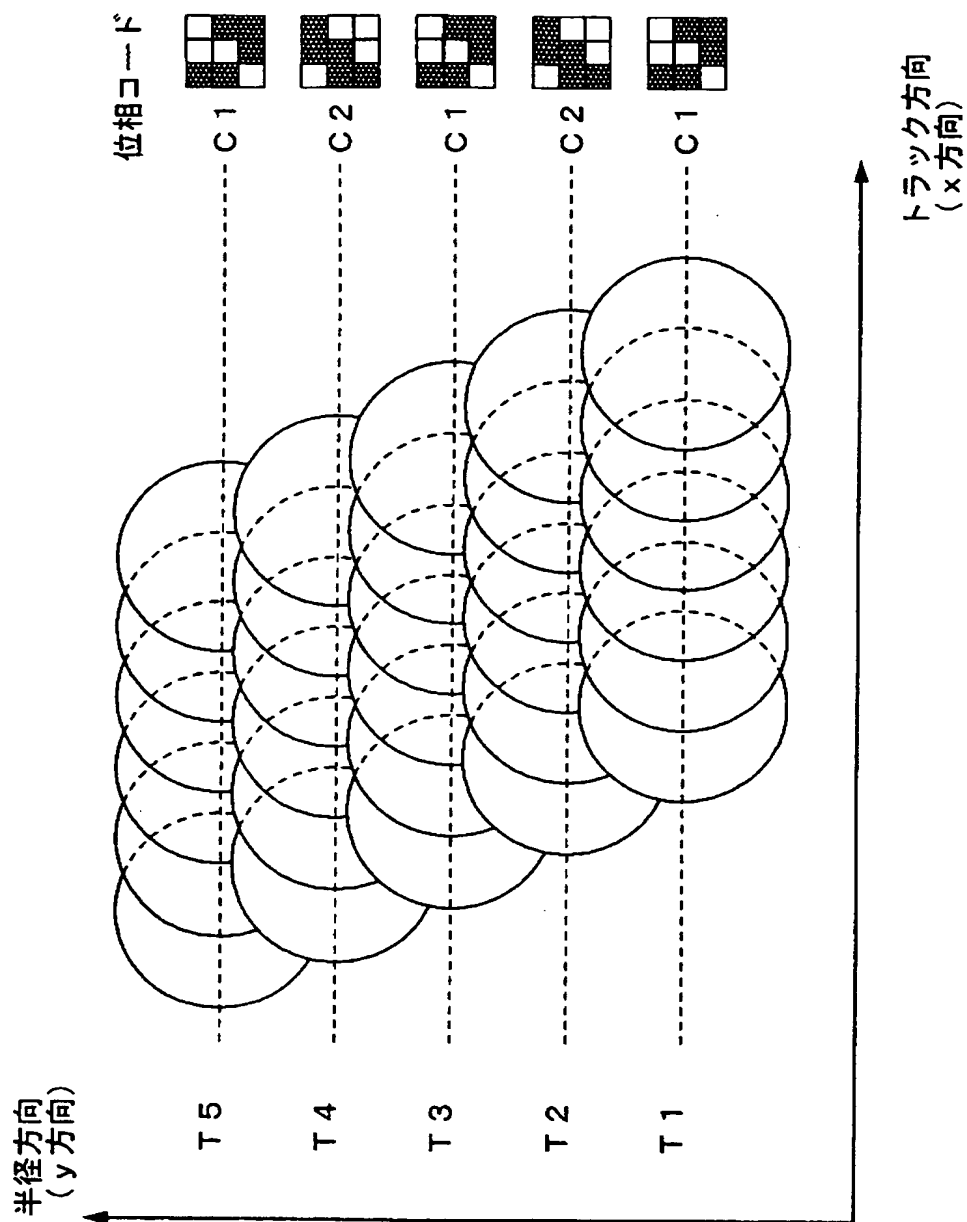
【図 3】



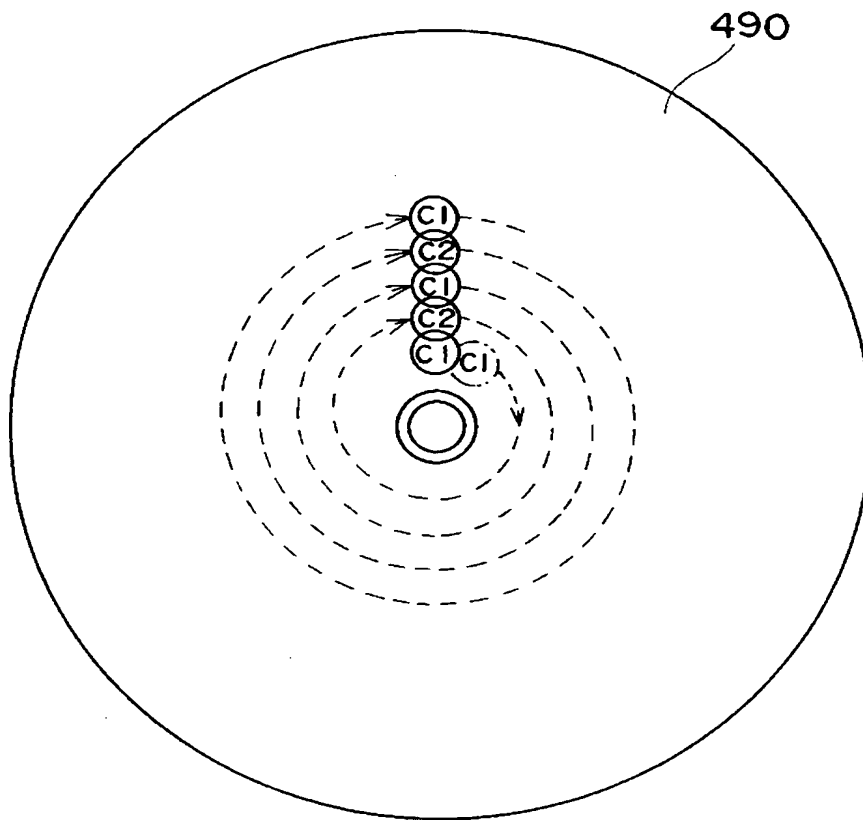
【図 4】



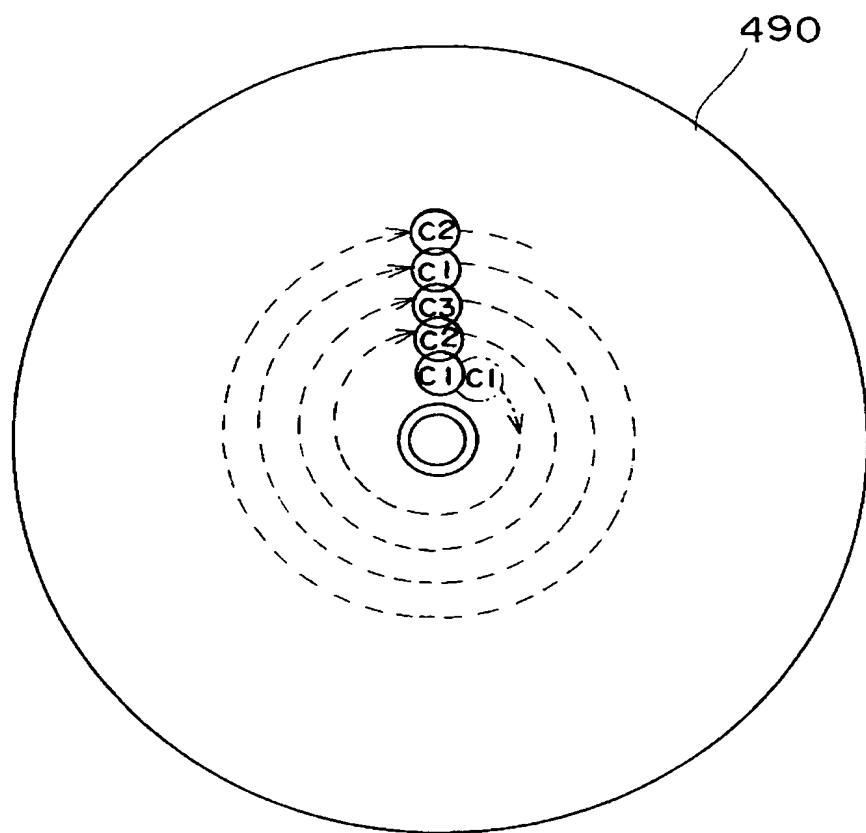
【図 5】



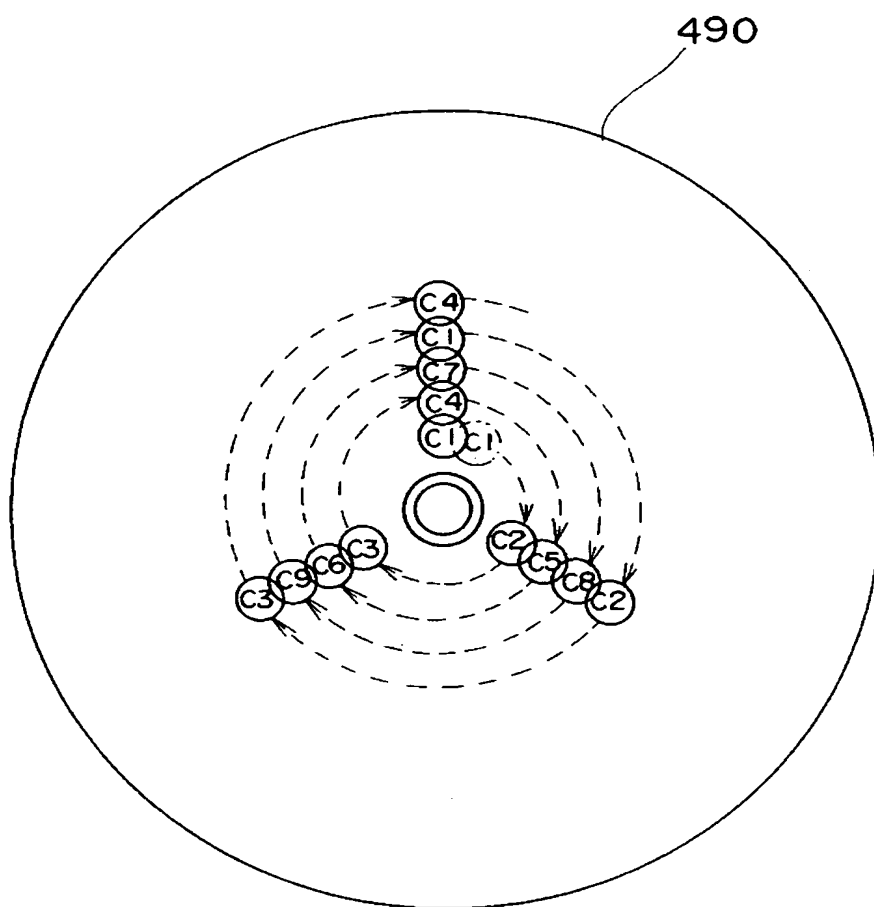
【図 6】



【図 7】

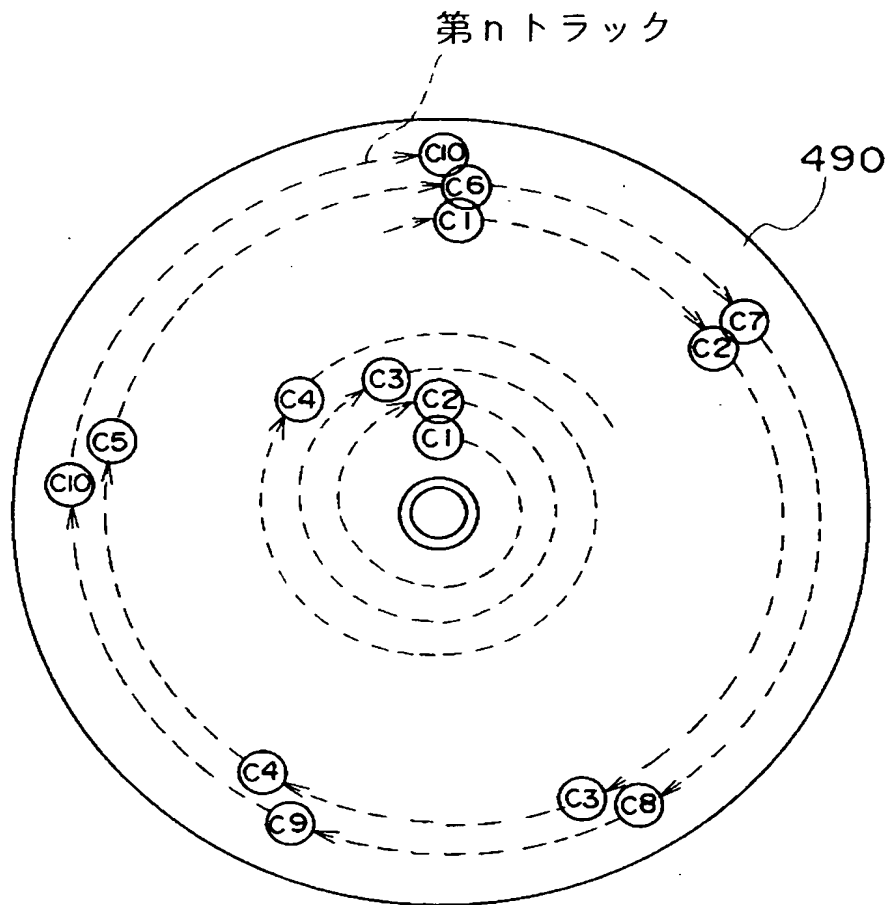


【図 8】

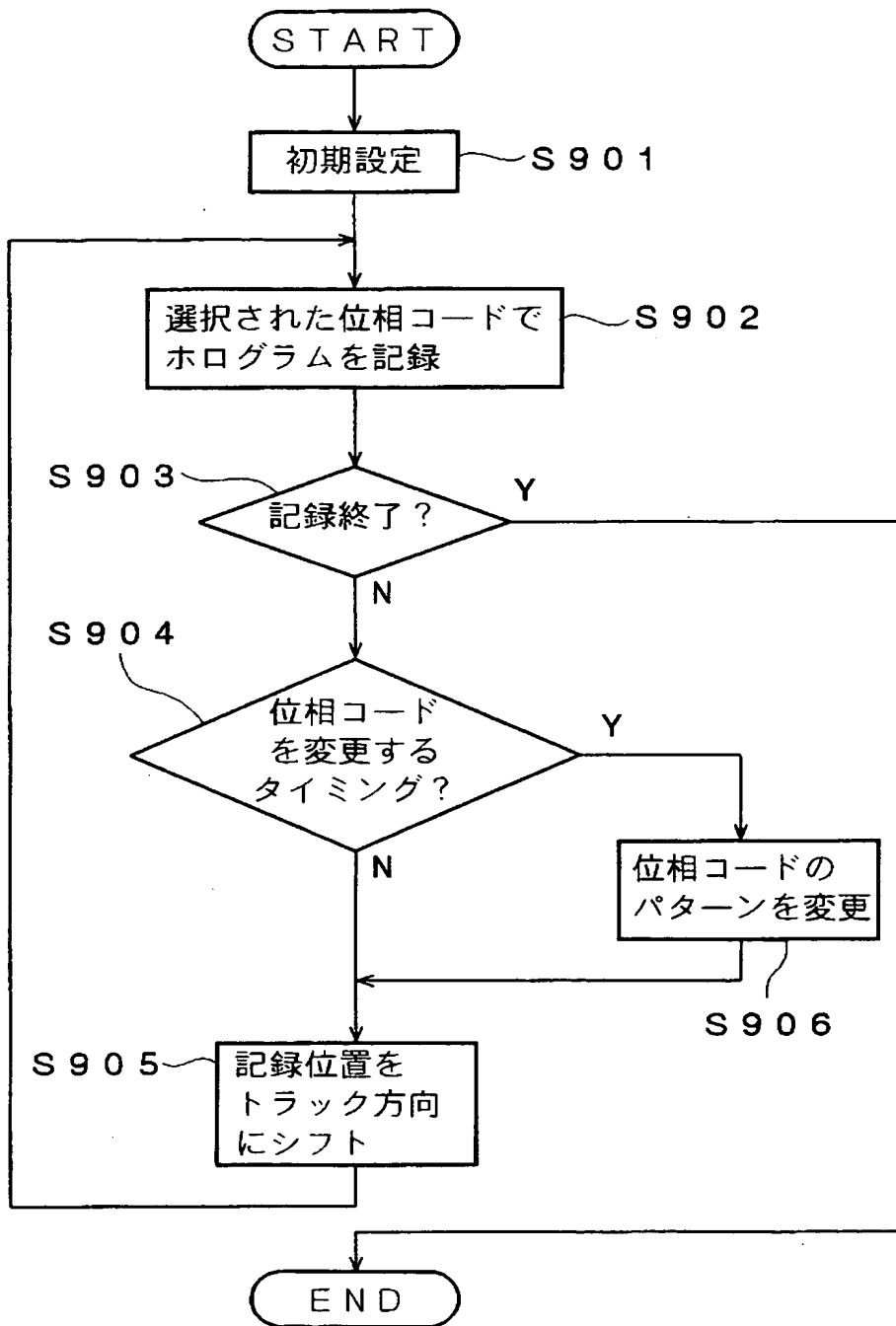




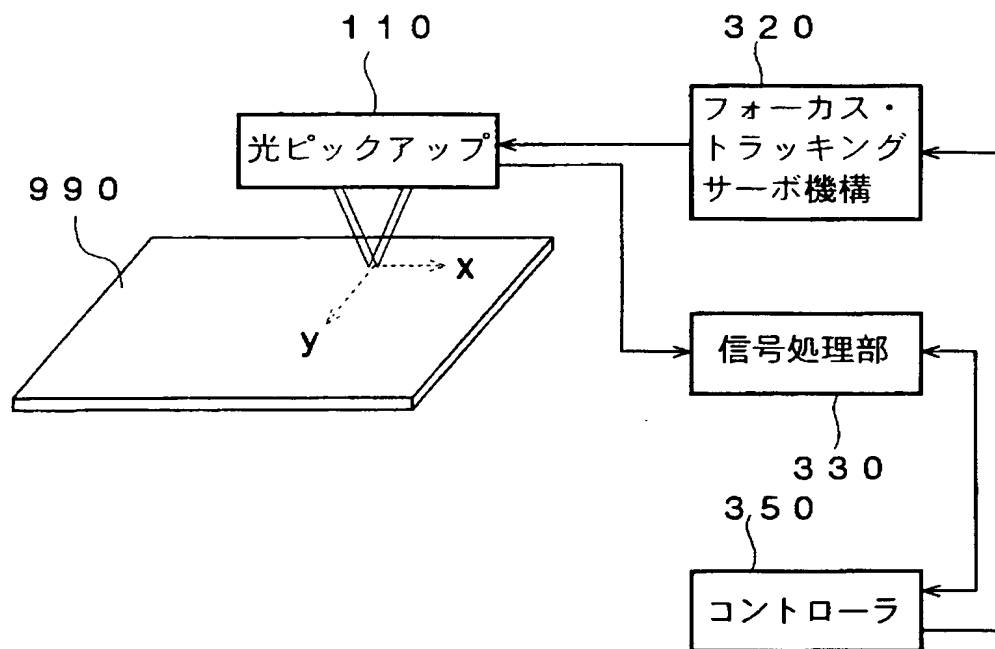
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 y 方向のシフト多重記録に位相コード多重記録を併用することによって、y 方向の選択性を向上させる。

【解決手段】 信号光と参照光を記録媒体に照射することによって光の位相情報として情報を記録するホログラム記録方法であって、前記信号光及び前記参照光の光軸を含む前記記録媒体の記録面に垂直な入射平面と当該記録面との交線の方を x 方向、前記入射平面に垂直な方向を y 方向とする場合に、少なくとも前記 y 方向にホログラムをシフト多重記録するとともに、前記 y 方向のシフト多重記録に位相コード多重記録を併用する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 1 3 9 1 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 6 7 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

氏 名

ティーディーケイ株式会社

2 . 変更年月日

2 0 0 3 年 6 月 2 7 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

氏 名

T D K 株式会社